



Bekämpningseffekten vid vinteravverkning av granbarkborreangripna träd

The control effect at winter felling of bark-beetle infested trees

JONATAN JOHANSSON



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2020:30

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Bekämpningseffekten vid vinteravverkning av granbarkborreangripna träd

The control effect at winter felling of bark-beetle infested trees

Jonatan Johansson

Handledare: Tommy Abrahamsson, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurskod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2020

Omslagsbild: Granbarkborreangripen skog. Foto: Jonatan Johansson

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2020:30

Nyckelord: Barkborre, avverkning, bekämpning



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

Granbarkborren (*Ips typographus*) har historiskt sett dödat stora mängder granskog efter stormar. Både stormen 1969 och stormarna Gudrun och Pär skapade stora mängder yngelsubstrat i form av vindfällda granar vilket ledde till massförökning som följde. Vid epidemiska nivåer av granbarkborre angrips även frisk skog. Den varma och torra sommaren 2018 gjorde att stor del av södra Sveriges granskogar led av torkstress. De nedsatta granarna gjorde dem försvagade och därmed lämpliga för granbarkborre att angripa.

Bekämpningsmetoden sök och plock är den metod som rekommenderas av bland annat skogsstyrelsen och innebär att identifiera, avverka och få ut angripet virke från skogen. Vid så stora och många angrepp som blivit hinner de flesta inte avverka under den perioden granbarkborrarna är aktiva utan avverkar även under vinterhalvåret. Hur effektiv den avverkningen är ur bekämpningssynpunkt är huvudfrågan för den här studien.

Syftet är att se om avverkning av barkborreskadad skog inne i bestånd med likåldrig skog omkring ger positiv eller negativ effekt på nästkommande års angrepp vid förstasvärmning, jämfört med att inte avverka och genom det inte skapa nya solbelysta hyggeskanter.

Under mars månad 2020 identifierades hur många granar med övervintrande granbarkborrar det fanns på 20 angreppsområden. 10 av dessa områden avverkades före förstasvärmning som skedde i slutet av maj månad.

Efter att huvudsvärmningen var konstaterat över inventerades antal angripna granar runt de 20 identifierade angreppsområdenas direkta närhet.

Resultatet visar tendenser på att avverkade områden har en lägre angreppsfrekvens jämfört med orörda områden. Dock är skillnaden inte signifikant. Denna studie påvisar också att det inte går att helt bekämpa granbarkborren genom avverkning under vintern.

Nyckelord: Barkborre, avverkning, bekämpning

Abstract

The bark-beetle (*Ips typographus*) has historically killed large amounts of spruce forest after storms. Both the storm in 1969 and the storms Gudrun and Pär created large amounts of breeding material in the form of wind-felled spruces, which led to outbreaks as a result. At epidemic levels of bark-beetles, healthy forest is also attacked and killed. The hot and dry summer of 2018 meant that most of the spruces in southern Sweden suffered from drought stress and were susceptible to spruce bark-beetle attacks.

The control method sanitation cutting is the method recommended by, among others, the Swedish Forest Agency and involves identifying, felling and removal of attacked trees out of the forest. With such large outbreaks, most forest owners do not have time to fell during the period when the spruce bark-beetles are active. Much of the felling is thus conducted during the winter. How effective sanitation cutting is from a control point of view is the main question for this study.

The purpose is to see whether felling forest damaged by bark-beetle in stands with forest of the same age around has a positive or negative effect on next year's attack during the first flight period, compared with not felling and thereby not creating new gaps with sunlit edges.

During March 2020, it was identified how many spruces with overwintering bark-beetles were present at 20 areas of attack. 10 of these areas were felled before the first swarming, which took place at the end of May.

After the main swarming was over, the number of infested spruces was inventoried around the immediate vicinity of the 20 identified areas.

The results show tendencies that felled areas have a lower attack frequency compared to untouched areas. However, the difference is not statistically significant. This study also shows that it is not possible to completely control the spruce bark beetle by sanitation cutting during winter.

Keywords: Spruce, sanitation cutting, swarming

Förord

Detta examensarbete har varit möjligt att genomföra tack vare samarbete med Holmen skog. Vill tacka Torbjörn Elofsson för bearbetning av upplägg av fältförsök och Christian Carlsson för identifiering och planering av angreppsområden.

Tack till Mattias Sparf på Skogsstyrelsen för svärmningsstatistik och Martin Schroeder på SLU för hjälp med information och granskning av arbetet. Icke att förglömma handledare Tommy Abrahamsson på Skogsmästarskolan för alla diskussioner och ledning under arbetets gång, tack.

Innehåll

1. INTRODUKTION	1
1.1 GRANBARKBORREN (IPS TYPOGRAPHUS).....	1
1.2 BAKGRUND	2
2. MATERIAL & METOD	4
2.1 IDENTIFIERING AV MÖJLIGA ANGREPP	4
2.2 METODBESKRIVNING	5
2.3 INSPEKTION AV ANTAL DÖDADE TRÄD UNDER 2020.....	6
2.4 METODBESKRIVNING	7
2.4.1 ANGREPPSOMRÅDEN SOM LÄMNATS ORÖRDA:	7
2.4.2 ANGREPPSOMRÅDEN SOM AVVERKATS:	10
3. RESULTAT.....	11
4. DISKUSSION	16
4.1 RESULTATDISKUSSION	16
4.1.2 SLUTSATSER	18
4.2 METODDISKUSSION	18
4.2.1 SLUTSATSER	19
REFERENSER.....	21
BILAGOR	23
BILAGA 1.....	23
BILAGA 2.....	24
BILAGA 3.....	25

1. Introduktion

1.1 Granbarkborren (*Ips typographus*)

Granbarkborren (*Ips typographus*) eller åttatandad barkborre som den även heter är den största skadegöraren bland insekter på mogen granskog i Europa (Christiansen & Bakke 1988). Storleken är inte anmärkningsvärd med en längd av ca 3 – 5 mm. Temperatur är en viktig del för hur stor dess aktivitet är. På våren vaknar de till efter vinterns dvala i humuslagret på marken eller under barken i de träd som angreps året innan. För att de ska börja flyga krävs en temperatur på minst 16,5°C, men de optimala temperaturerna för flygning är mellan 22 – 26°C enligt Wermelinger (2004). Dessa temperaturer brukar normalt infinna sig ifrån mitten av maj till början av juni.

Vid normala fall söker hanarna upp granar som visar tendenser på svaghet, ofta i form av torkstress och borrar sig in genom ytterbarken till innerbarken (floem) och kambiet. Granbarkborren för även med sig blånadssvamp in i trädet (Hedgren & Schroeder 2004). Under pågående angrepp skickar hanarna ut ett feromon som en signal till andra granbarkborrar att komma och hjälpa till att angripa trädet för att lyckas försvaga trädet till den grad att de dör. Trädet försvarar sig genom att skicka ut hartsämnen i form av kåda i ett försök att kapsla in och döda barkborren och de svampar den för med sig. Om angreppet lyckas lockar varje hane till sig en till tre honor som efter parning skapar var sin modergång i fiberriktningen i trädet och lägger ägg längs modergångens sidor. Varje hona kan lägga upp till 80 ägg (Wermelinger 2004). Efter kläckning äter sig larverna vinkelrätt från modergången ut och efter 5 – 6 veckor har de förpuppats och kläcks till nya skalbaggar. Efter kläckning är de kvar under bark en period för att äta och mogna. Beroende på temperatur och tid på säsongen kan de antingen borra sig ut genom ytterbarken för att övervintra i marken eller stanna kvar för att övervintra under bark. Är de långa och varma somrar kan de även lämna träden för att föröka sig under samma säsong.

Det krävs 400 – 500 honor/m² för att döda ett friskt träd vilket på en standardgran innebär ca 5000 individer (Wermelinger 2004; Hedgren & Schroeder 2004).

Normalt sker en svärmning i maj månad som tidigare nämnt och sedan följer nästa svärmning ca 8 – 10 veckor senare. Andelen föräldradjur som skapar en syskonkull uppskattas till 30 procent enligt Anderbrant (1989). Temperaturen har stor inverkan på hur snabb utvecklingstiden är på larverna. Är det en varm sommar kan nästkommande svärmning komma tidigare än 8 veckor också och ge förutsättningar för ytterligare en svärmning samma år om temperaturen håller sig varm in på hösten.

Under hösten när temperaturen åter faller kryper granbarkborrarna ner i markens humuslager eller blir kvar i träden de angripit för att tillbringa vintern. Enligt (Jönsson & Schroeder 2006) övervintrade år 2005 73 +/- 21 procent av granbarkborrarna i träden vilket är en högre än en undersökning i Dalarna och Värmland som visar på 34 procent på fällda träd och 22 procent på stående träd

(Hedgren & Schroeder 2004). Enligt Harding & Ravn (1985) övervintrar 10 procent i träd på solexponerade platser medans upp till 70 procent i skuggiga förhållanden.

1.2 Bakgrund

Skogsbruket i Sverige ställs inför olika utmaningar under skogens omloppstid. Väder, vind, svamp- och insektsangrepp kan ge skador på skogen (Witzell 2017a) (Witzell 2017b). Dessa faktorer kan i kombination ge än större skador. Granbarkborren (*Ips typographus*) har historiskt haft ett antal tillfällen där de förökats kraftigt och dödat stora mängder granar. Föryngringsframgången kan leda till en ökning av antalet granbarkborrar till epidemiska nivåer (Schlyter & Lundgren 1993).

Anledningen till detta har oftast varit stormar där vindfällerna har gett bra yngelsubstrat genom att vindfällda granar blir försvagade då rötterna rycks ut marken vilket leder till att tillgång på vatten upphör eller minskas kraftigt. Torkstress hos granarna minskar möjlighet att producera kåda vilket är det främsta försvaret mot granbarkborre. När stora mängder skog tappar motståndskraft och ger granbarkborren möjligheter till stor föryngringsframgång blir de snabbt så pass många att det med framgång kan angripa och döda frisk stående skog (Kärvemo *et al.* 2014).

Stormar som skapat eko i skogssverige ger ett bra perspektiv på hur stora skador granbarkborren kan orsaka. Stormen 1969 fällde 35 miljoner m³sk. Stora områden fick små eller inga angrepp av barkborre medan andra hade desto större problem. I Värmland blev mellan 3 – 6 miljoner träd dödade under perioden 1971 – 1982. Förloppet var på nedgång redan -74 men på grund av torra och varma somrar efterföljande år fick angreppen ny fart och ebbade inte ut förrän -82. En undersökning visade att 12 procent av de vindfällda granarna som undersöktes var angripna av granbarkborre jämfört med gudrunstormen där bara 2 – 3 procent av de undersökta stammarna var angripna (Agestam *et al.* 2006). Under stormen Gudrun som drog in 2005 blåste det ner omkring 70 – 75 miljoner m³sk skog (Svensson 2007, Jönsson & Schroeder 2006).

Andel granbarkborrar som övervintrar under bark efter stormen Gudrun var 73 procent i medeltal och i en dansk studie visade att granar i solexponerade lägen bara hade 11 – 16 procent som övervintrade under bark medan det inne i bestånd var andelen 70 procent. I en norsk studie var siffran betydligt lägre. Där varierade siffran mellan 16 – 25 procent i vindfällda träd (Jönsson & Schroeder 2006). Det finns alltså stora variationer huruvida majoriteten av granbarkborrarna övervintrar under bark eller i marken.

Angreppen från granbarkborren förekommer varje sommar men uppkommer till epidemiska nivåer än så länge väldigt sällan. Det finns kända tillfällen när detta har skett som nämnts i tidigare del. Den viktigaste förutsättningen för att stora angrepp skall ske är temperatur. Granbarkborrens aktivitet styrs till stora delar av

temperatur. Är sommaren kall och blöt blir angreppen sällan av en epidemisk nivå trots att förutsättningar i övrigt är goda i form av nedsatta träd av olika orsaker.

Sommaren 2018 var en extremt varm och torr. Förutsättningarna i form av nedsatta granar utgjordes enbart av torkstress på grund av utebliven nederbörd under lång tid vilket ledde till lågt grundvatten. I huvudsak utgjorde angreppsområdena högre partier i terrängen. På grund av det låga grundvattnet drabbades även bestånd på plan, frisk och fuktig mark då deras rötter inte går så djupt ner i marken.

Under sommaren 2018 dödades ca 3,5 miljoner m³sk med granskog. 2019 var den uppskattade siffran ungefär det dubbla, alltså ca 7 miljoner m³sk (Schroeder & Fritscher 2020).

För att undvika större angrepp av granbarkborre vet vi att hålla god skogshygien, att inte låta vindfällan och färskt virke ligga kvar i skogen hjälper. Problemet som nu uppstått är att det är svårt att identifiera var angreppen kommer. Torkstressade träd uppfattar granbarkborrarna, något vi människor inte kan se med blotta ögat. Den kraftiga ökningen av antalet granbarkborrar gör att det idag angrips frisk skog på väldigt många platser och att den korta period de flesta granbarkborrar är i träden samtidigt är för kort för att hinna avverka och transportera bort angripet virke. Resultatet har blivit att skadad och död skog har avverkats under hela året. Till största del för att rädda värdet på virket i den mån det går. Rekommendationer från Skogsstyrelsen har generellt varit att utföra ”sök & plock-metoden” vilket innebär att identifiera skadad skog och få ut det från skogen. Att det ger en bekämpningseffekt under perioden när föryngringen sker känns rimlig. Då vet man att stora mängder granbarkborrar försvinner från skogen. Det finns dock inga studier där man jämfört risken för fortsatta skador i bestånd där man under sommaren avverkat angripna träd jämfört med bestånd där de lämnats kvar. Sådana studier saknas även för avverkningsåtgärder som utförs under vintern. Nya solbelysta beståndskanter blir lättare angripna (Kärvemo *et al.* 2014) och genom att avverka skapar man just det. Ljusinsläppet ökar givetvis ändå när de tidigare angripna träden tappar barren, men effekten blir inte lika stor.

Syftet med den här rapporten är att se om vinteravverkning av barkborreskadad skog inne i bestånd med likåldrig skog omkring ger positiv eller negativ effekt på nästkommande års angrepp vid förstasvärming, jämfört med att inte avverka och genom det inte skapa nya solbelysta hyggeskanter.

2. Material & Metod

Studien utfördes under 2020 med hjälp av Holmen Skog på det egna markinnehavet. Området är beläget i Östergötland. Strax söder om samhället Hällestad och ca 1,5 mil norr om Ljungsbro. Totalt är området ca 4000 ha. Studien innefattar totalt 20 grupper av granbarkborredödade träd från 2019 varav hälften avverkades under våren innan förstasvärming och hälften lämnades orörda. Efter förstasvärmingen var över inspekterades hur många träd som angripits i anslutning till vart och ett av grupperna. Bestånden med angrepp har en ålder på mellan 42 och 72 år med ett undantag vilket är ett avsatt bestånd på 148 år. Medeldiametern i brösthöjd har uppskattats genom klavning av ett antal träd och beståndsdata, se 2.4.1. Variationen var mellan 23 och 34 cm. För samtliga data över varje angreppsområde se bilaga 1. Kartbild över hela sökområdet samt alla identifierade angreppsområden inklusive bortsållade finns i bilaga 3.

2.1 Identifiering av möjliga angrepp

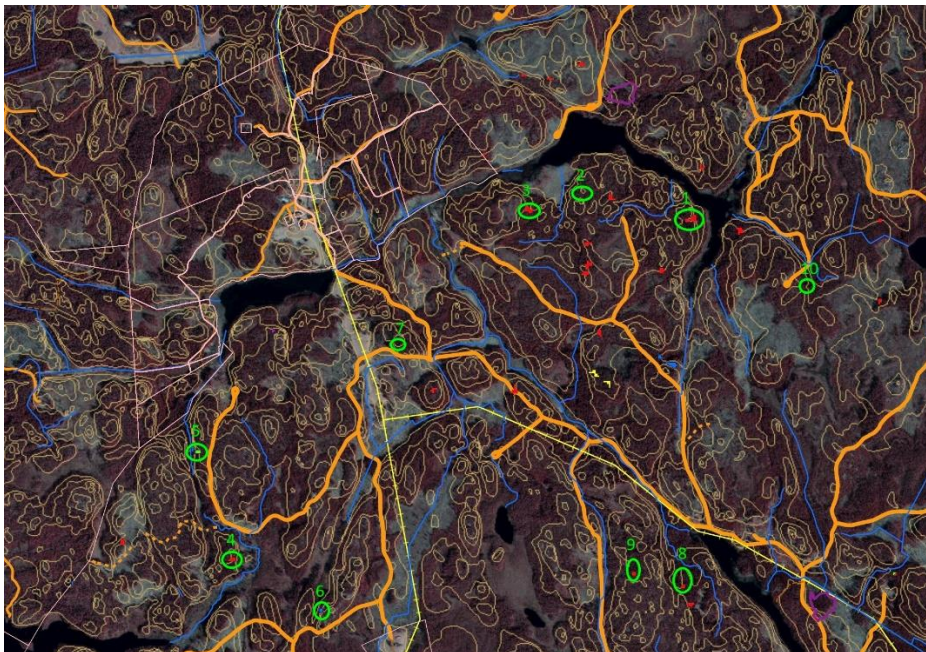
Tillsammans med traktplanerare Christian Carlsson på Holmen Skog söktes grupper av träd angripna av granbarkborre upp under mars 2020 som höll övervintrande granbarkborrar under bark. Detta skedde med hjälp av ett kartsikt (Raster) som Holmen tagit fram genom AI-teknik. Med hjälp av det kunde troliga angreppsområden identifieras.



Figur 1. Kartbild över delar av försöksområdet. Röda, gröna och gula punkter påvisar troliga angrepp av granbarkborre genom AI-teknik

2.2 Metodbeskrivning

Genom fältbesök kunde angreppen som skett under 2019 konstateras genom att skära bort bitar av bark med hjälp av kniv och se att det fanns övervintrande granbarkborrar. Utseendet på träden var från helt barrlösa till träd med gulnade barr som innehöll granbarkborre. Enstaka träd med frisk grönkrona i direkt anslutning till angreppsområde kontrollerades men fann inga angrepp på sådana träd. På varje angreppsområde togs barkprov på mellan 4 och 20 angripna träd beroende på storleken på gruppen av dödade träd för att sedan räkna in antalet totalt. Urvalet av angreppsområden som skulle vara med i försöket fastställdes genom att titta på antalet angripna träd. För att kunna genomföra försöket bedömdes att angreppet fick innehålla max 70 angripna träd. Någon nedre gräns i antal träd sattes ej. Skogen omkring angreppet behövde inte vara 100 procent gran. Bedömningen var att minst 50 procent av träden omkring angreppen skulle vara gran i dimension ($>15\text{cm}$) lämpad för granbarkborre (Kärvemo *et al.* 2014). Antalet angripna träd i var och ett av angreppen räknades. 25 angreppsområden identifierades under vårvintern. Varje område dokumenterades i karta och fick ett nummer för att vid nästa besök efter första svärmning kunna hitta tillbaka. 20 av områdena var med i försöket. De övriga 5 var områden som sällades bort efter identifiering då de var på gränsen gällande urvalskraven. Att nummerordningen inte blir i följd i bilaga 1 och bilaga 2 är till följd av dessa 5 borttagna områden.



Figur 2. Identifierade och numrerade angreppsområden. På bilden syns 10 av totalt 25 identifierade angreppsområden. Det totala söksområdet är på drygt 4000 ha.

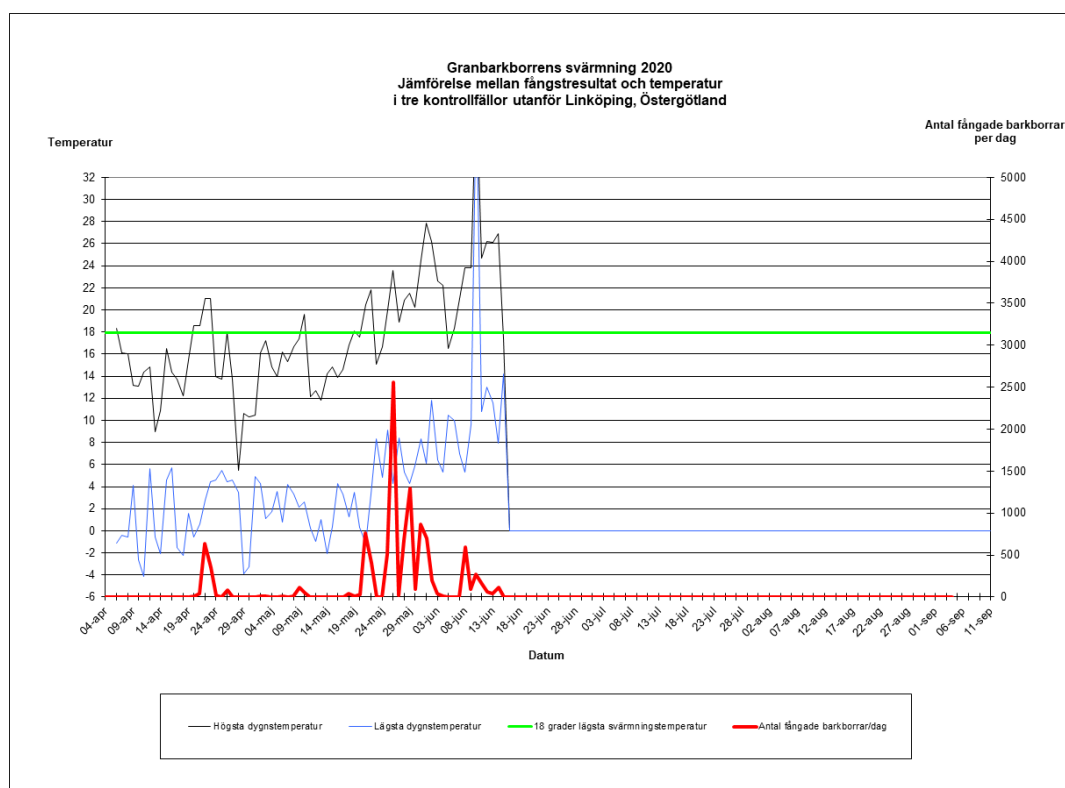
För att kunna se på skillnader avverkades 10 angreppsområden och 10 lämnades orörda. Tanken med urvalet av vilka angreppsområden som skulle avverkas var att få så likvärdig blandning som möjligt mellan avverkade och orörda. Både gällande angreppsstorlek och andel gran i bestånden. Samtidigt fick hänsyn tas för att få en så effektiv avverkning som möjligt.

De angreppsområden som skulle avverkas planerades av tidigare nämnd Christian Carlsson under april. För att säkerställa att alla träd med övervintrade granbarkborrar avverkades, planerades områden så att även friska granar avverkades ca en kranlängd (10 m) ut från sista döda trädet. Angreppsområdena är sällan eller aldrig helt symmetriskt formade så därav ca en kranlängd.

Under våren kom Coronapandemin vilket även påverkade detta försök. Planen var att samtliga avverkningsområden skulle ske senast innan första maj (vecka 18). Så blev inte fallet. Under vecka 11 och 12 avverkades område nummer 15, 16, 17, 18, och 19. Efter det blev det produktionsstopp på Holmen vilket ledde till en fördröjning. Under vecka 20 avverkades område nummer 5, 7, 9, 10 och 25. All data på samtliga områden finns i bilaga 1.

2.3 Inspektion av antal dödade träd under 2020

För att ta reda på hur förstasvärmingen utvecklades kontaktades Mattias Sparf på Skogsstyrelsen. Han för statistik på utvecklingen genom daglig tömning av feromonfällor stationerade runt Linköping. En fälla är belägen ca 1,5 mil söder om försöksområdet. Utvecklingen på den fällan under våren kan ses i figur 3 nedan.



Figur 3. (Sparf 2020) Löpande information om högsta (svart) och lägsta (blå) dygnstemperatur samt antalet fångade granbarkborrar i fälla (röd).

Tidpunkt för fältbesök diskuterades med dels tidigare nämnd Mattias Sparf, Martin Schroeder, professor i entomologi på SLU och handledare Tommy Abrahamsson. Frågeställningen var när det var enklast att identifiera de angripna träden. Genom att se det bruna bormjöl som skapas på grenbaser, bark och runt stammen på marken är ett sätt. Ett annat är att invänta till träden har börjat skifta från mörkgrönt till gulbrunt och tappar barr. Detta dröjer oftast till slutet av juli och en bit in i augusti. Problemet som uppstår med det är att nästa svärmning brukar infinna sig i slutet av juli. Det ansågs kunna försvåra identifieringen. Beslutet blev att bästa tid var från mitten av juni fram till första juli. Som figur 3 visar var den huvudsakliga förstasvärmingen över i mitten på juni. Den största risken är att regn och vind tar bort bormjölet. Insamlingen skedde mellan den 20 – 28 juni.

2.4 Metodbeskrivning

Surfplatta användes som hjälpmedel både för geografisk lokalisering, som hjälpmedel för avståndsmätning och för dokumentation som fördes i programmet Excel. För inräkning av nyangripna granar användes orange sprayfärg för att markera inre och yttre kanter av försöksområde samt för att märka angripna stammar. En klickräknare för att hålla ordning på antal stammar och stubbar. Förutom den information som förklaras i styckena nedan så noterades trädslagsblandning och en enklare beskrivning av skogen kring angreppsområden.

2.4.1 Angreppsområden som lämnats orörda:

Området med döda träd från tidigare angrepp märks upp genom att spraya ett horisontellt streck på stammarna runt om med riktning ut från området, se figur 4 nedan. Hur koncentrerade angreppen var varierade, men vart och ett höll samman så det tydligt gick att se att de hörde till samma grupp. I vissa av grupperna fanns levande träd emellan de dödade.



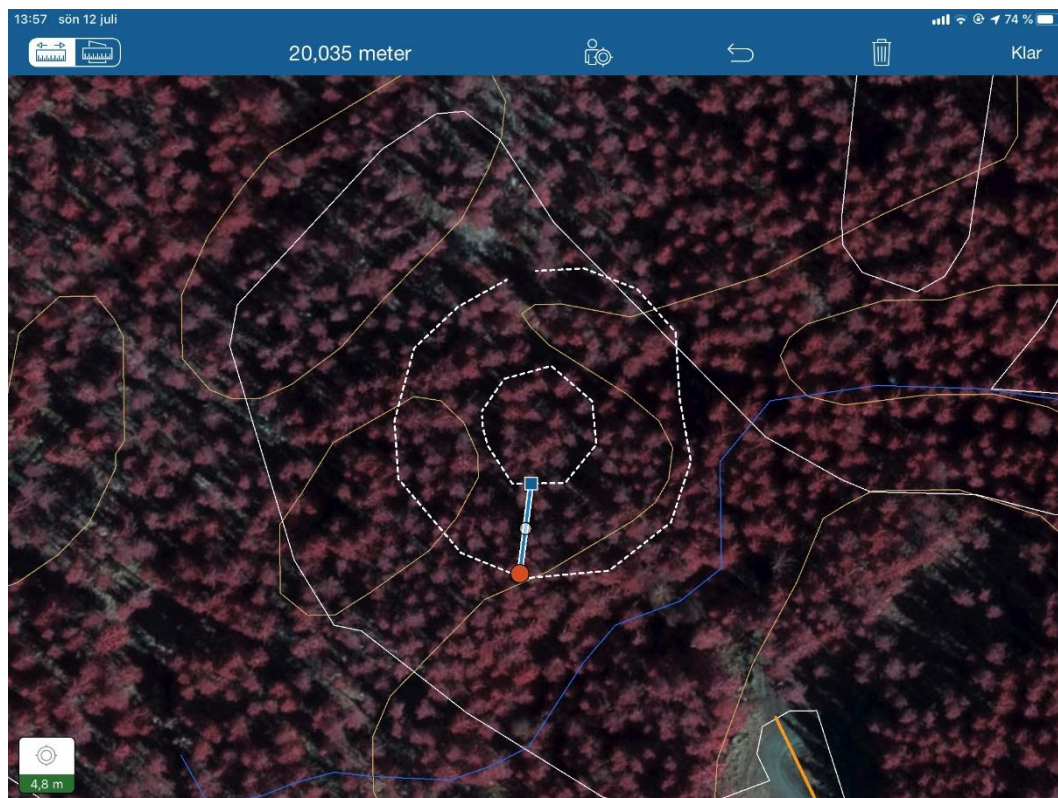
Figur 5. Illustration av uppmärkning av gamla angreppet.

Storleken på området som skulle undersökas var 20 meter ut från angreppet. Ytterkant märks upp med samma spraymarkering som inre området med skillnaden att märkningen gjordes in mot sökområdet, se figur 6.



Figur 6. Illustration av uppmärkning av sökområdet för nyangripna granar. Avstånd mellan cirkelarna är 20 meter.

Med tanke på att skogen inte är symmetrisk blir sökområdet inte exakt 20 meter överallt. För att hålla så bra noggrannhet som möjligt loggades den inre och yttre cirkeln med hjälp av Holmens traktplaneringsverktyg Collector med ArcGis online. Där kan man mäta avstånd, se figur 7 nedan. Noggrannhet med GPS är inte exakt heller men var det rimligaste sättet. De visuella strecken gav också en bra känsla för avståndet.



Figur 7. Exempelbild av loggtat angreppsområde ses som den inre ringen och loggtat sökområde ses som yttre ring. Mätverktyg för att klargöra avstånd syns i nedre delen av området. Avståndet ses i överkant på bild

När området är klargjort startar sökningen av nyangripna stammar. För att undvika att räkna samma träd mer än en gång spraymålades stammen på den sidan som är in mot centrum med en tydlig prick, se figur 8 nedan. När hela området är genomsökt görs en ny inräkning där samtliga inventerade träd räknas. Fanns icke angripna eller nyangripna träd inom det gamla angreppsområdet räknades de med som inventerade.

Vid varje sökområde uppskattas en trädslagsblandning i form av tall, gran och löv (TGL).

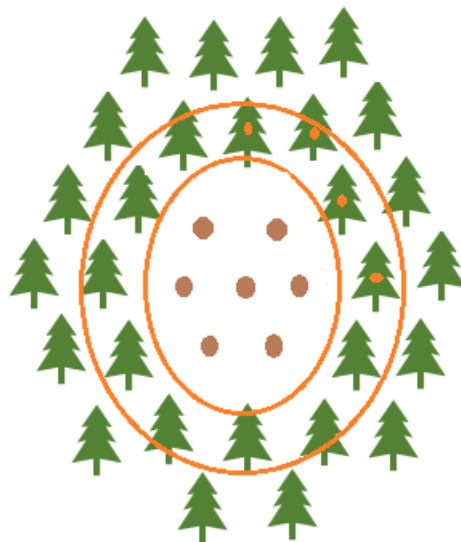
Mellan 5 och 20 träd per sökområde som ses som medhärskande klavas för att få ett medel på diametern. Uppgifter från beståndsregistret om grundtyevägd medeldiameter (DVG) jämförs med den medeldiametern som mätts upp. Detta för att se att de ligger inom samma område.



Figur 8. Illustration av nyangripna granar försedda med spraymålad prick inom sökområdet.

2.4.2 Angreppsområden som avverkats:

Det som skiljer sig i arbetsmetodik jämfört med orörda angreppsområden är att den inre cirkeln utgörs av hyggeskant. Med tanke på att avverkningen även tagit granar som ej var angripna tidigare räknades antalet stubbar på området för att se hur många friska träd som avverkats, se figur 9 nedan.



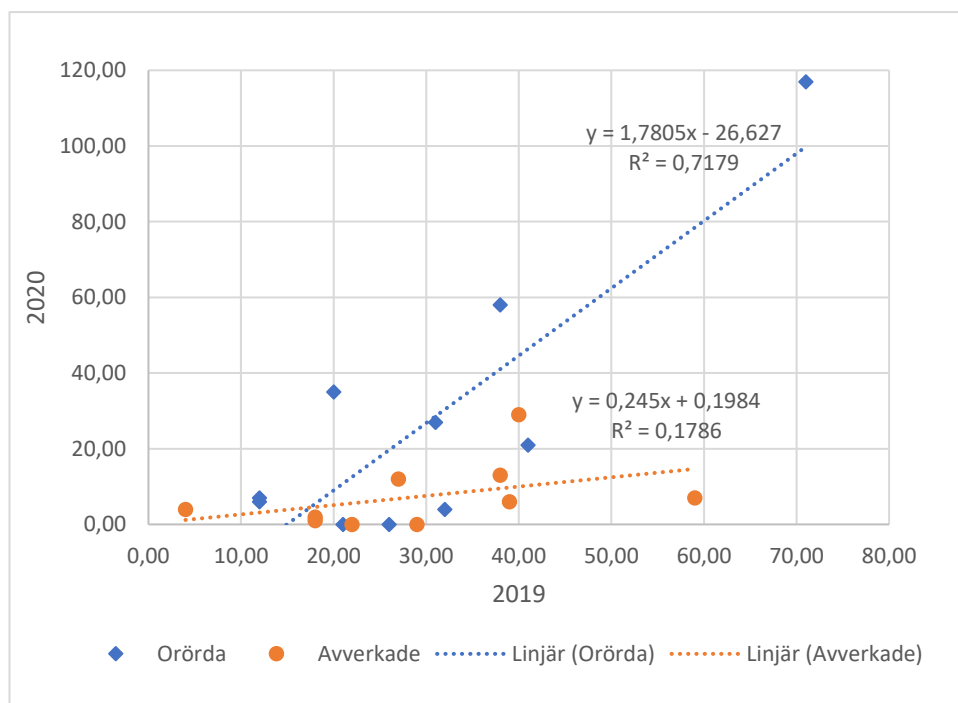
Figur 9. Illustration över arbetsmetodik på avverkade angreppsområden. Bruna prickar står för stubbar.

3. Resultat

För att se om man kan hitta en skillnad mellan avverkade och orörda delar granskas olika variabler.

Ser man till skillnader i om det blir följdangrepp så visar resultatet hos både de avverkade och de orörda områdena att 8 av 10 områden har angripna och dödade träd 2020. Vilka områden det gäller ses i bilaga 1.

Angreppsområdena redovisas med antal träd dödade 2019 och antal träd dödade 2020 för varje område. Detta för att se på skillnader i hur antalen dödade träd skiljer sig åt beroende på om angreppsområdena avverkas eller inte, se figur 10 nedan.



Figur 10. Dödade granar under 2019 och 2020 för varje område som ingår i försöket. Blåa punkter är från orörda områden och punkter med orange färg är områden som avverkats.

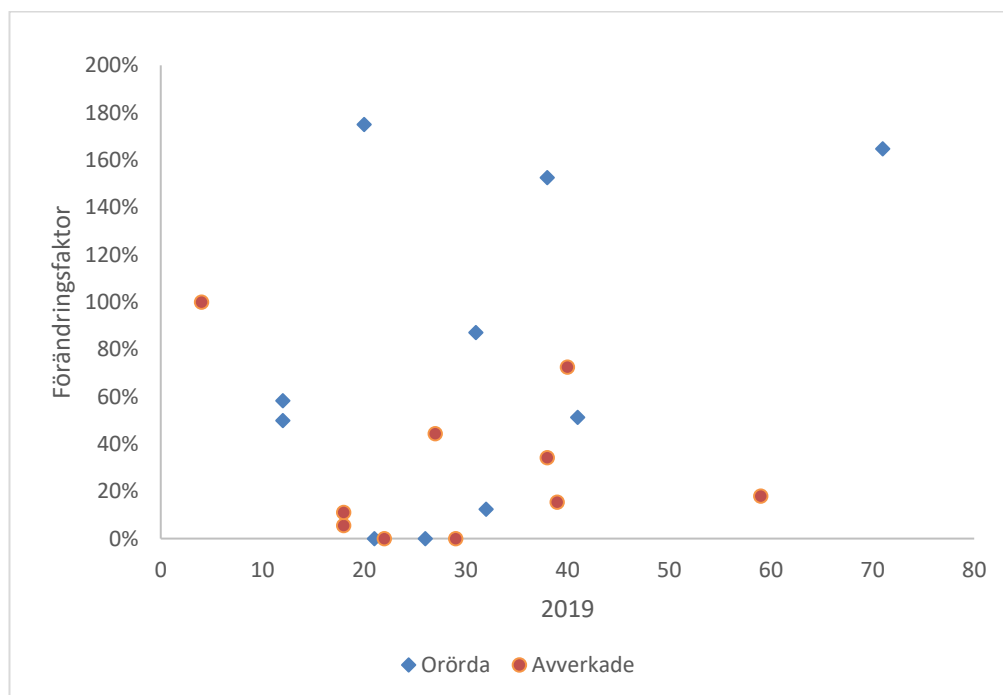
De orörda områdena visar på ett samband i att ju fler träd dödade under 2019 med övervintrande granbarkborrar ju fler blir dödade 2020. Detta samband påvisas dock enbart med punkten med 71 dödade träd 2019. Tar man bort den punkten blir sambandet svagt. För de avverkade områdena finns inget sådant samband.

I tabell 1 nedan redovisas de avverkade- och orörda områdenas olika variablerna med dess medelvärden, standardavvikelse och p-värde.

Tabell 1. Medelvärde och standardavvikelse på de variabler som studien innefattar. P-värde på variabelers skillnad mellan orörda och avverkade områden. Registreringen av antalet dödade träd 2020 utfördes fram till 2020-06-28

Variabler	Ej avverkade områden		Avverkade områden		P-värde
	Medelvärde	Standardavvikelse	Medelvärde	Standardavvikelse	
Antal dödade träd 2019	30,4	17,37	29,4	15,35	0,893
Antal dödade träd 2020	32	34,93	7,4	8,90	0,056
Kvot dödade 2020/2019	75 %	67 %	30 %	33 %	0,080
Antal inventerade granar	83,4	43,99	112,3	48,87	0,182

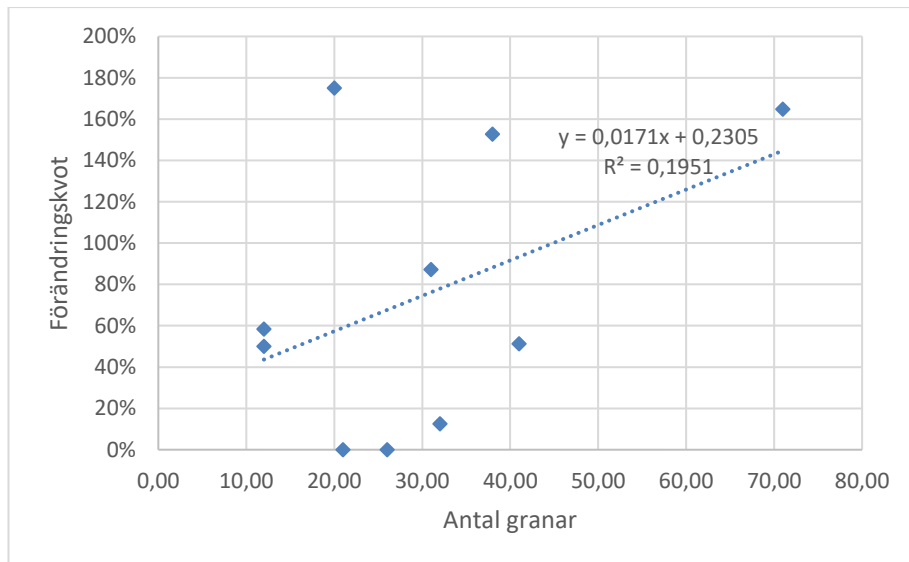
Dessutom dividerades antalet dödade granar 2020 med antalet dödade granar 2019 som har övervintrade granbarkborrar. Detta ger en förändringsfaktor / kvot i procent på under 100 procent om dödade granar 2020 är färre än de dödade granarna 2019 och över 100 procent om det är fler. Se figur 11 nedan.



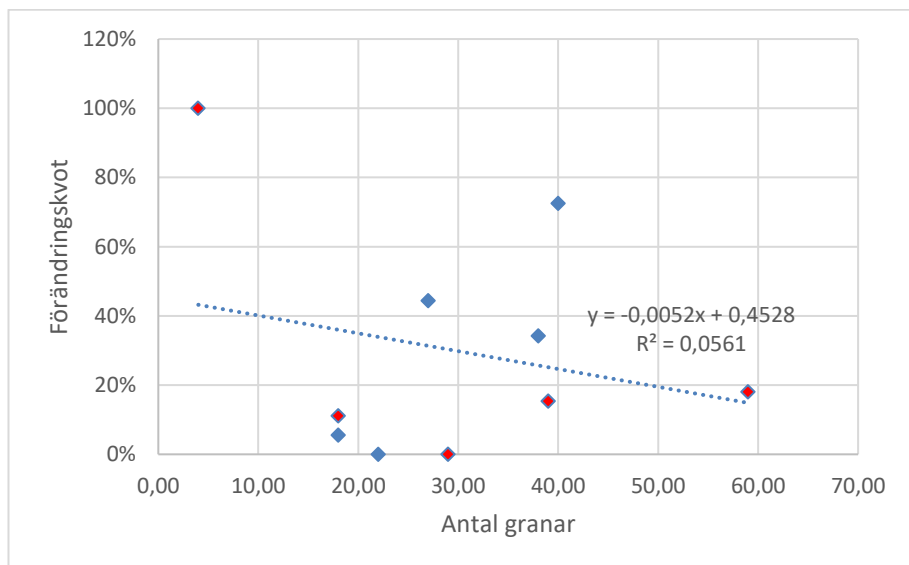
Figur 11. Antalet dödade granar 2020 dividerat med antalet dödade granar 2019 med övervintrade granbarkborrar visat som procentsats (förändringsfaktor). För att se storlekens påverkan används antalet dödade träd 2019 på x-axeln. Både orörda och avverkade områden har vardera 2 områden utan angripna granar 2020.

Förändringsfaktorn är generellt lägre på de avverkade områdena. Skillnaden kan dock ej ses som signifikant då p-värdet är 0,08, se tabell 1 ovan.

För att undersöka om storleken på angreppen, alltså antalet dödade granar 2019, har ett samband med antalet angripna granar 2020 togs förändringskvoten (dödade 2020 / dödade 2019) och antalet dödade 2019. De orörda områdena kan ses i figur 12 och de avverkade områdena i figur 13.



Figur 12. Angreppsområden som lämnats orörda. Påvisar inget starkt samband.

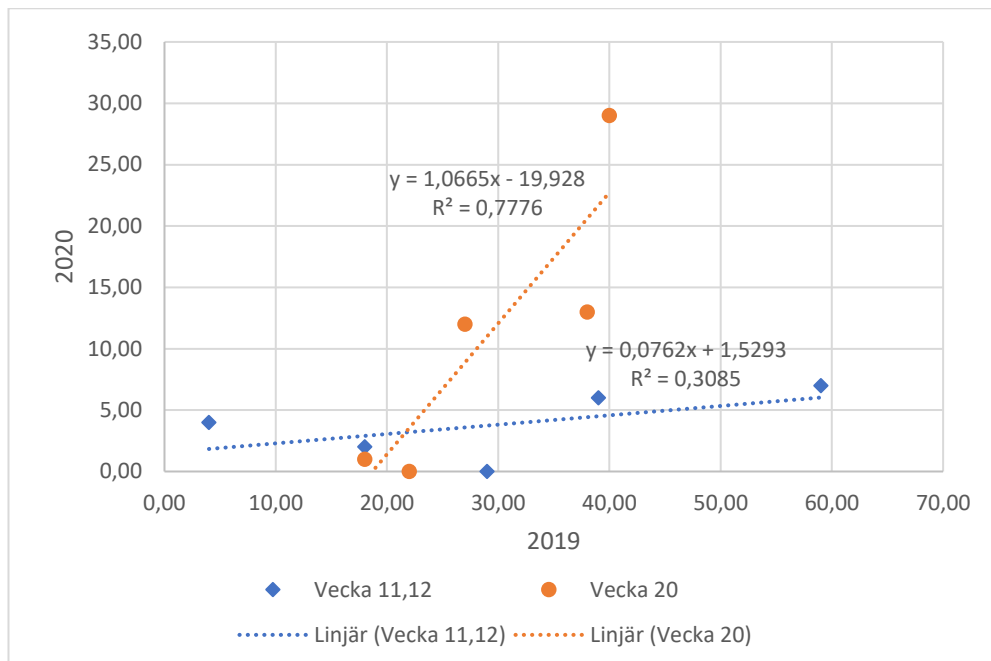


Figur 13. Angreppsområden som avverkats. Påvisar inget starkt samband.

I figur 13 är de blå punkterna avverkade under vecka 11, 12 och de röda punkterna under vecka 20.

Oavsett om områden har avverkats eller lämnats orörda finns inget samband mellan antalet dödade 2019 och förändringskvot 2020

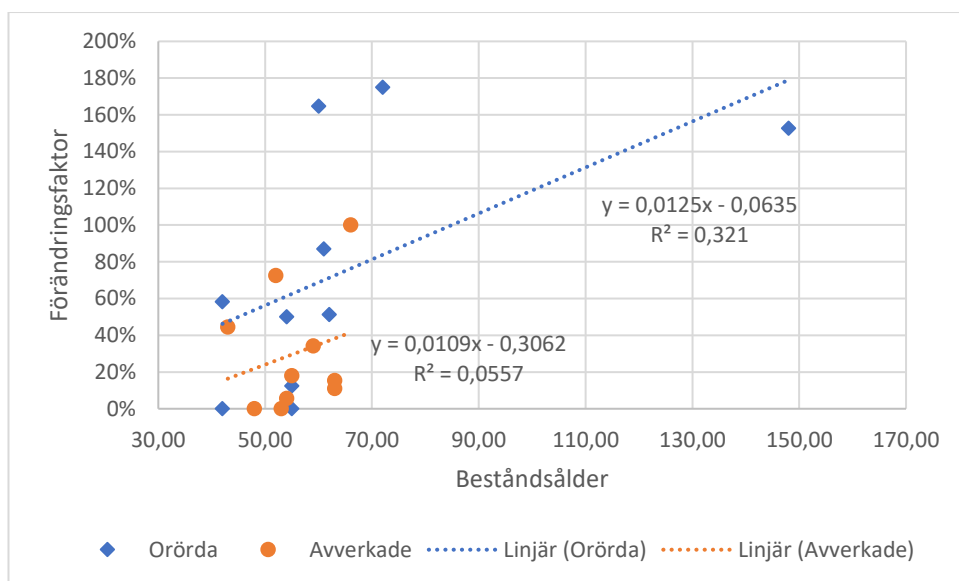
Med tanke på att avverkningen skedde vid olika tidpunkt och det enligt svärmningsdata i figur 3 visar på en viss aktivitet mellan avverkningarna granskades dessa separat. Se figur 14.



Figur 14. De avverkade områden vid olika tidpunkt. De blå avverkades under vecka 11,12 och under vecka 20 avverkades de punkter med orange färg.

I diagrammet kan man se ett samband i antalet dödade träd 2019 och antalet dödade träd 2020 mellan de områdena som avverkades under vecka 20. Med tanke på de låga antalet angreppsområden ska dock sambandet inte ses som starkt. De områden som avverkades under vecka 11 och 12 kan inget samband ses.

För att se om ålder på bestånden har någon inverkan på förändringskvoten mellan de båda grupperna granskades sambandet enligt figur 15 nedan.



Figur 15. Samband mellan förändringsfaktor och ålder mellan de båda grupperna.

Inga starka samband kan påvisas enligt figur 15 på att ålder har en inverkan på förändringsfaktorn.

Det starkaste sambandet mellan de olika variablerna är mellan antal dödade träd 2019 och dödade träd 2020 som visas i figur 10. Övriga undersökta samband mellan de olika variabler som är med ses i tabell 2 nedan.

Tabell 2. Framtagna samband mellan olika variabler.

Variabler		R ² -värde	
X	Y	Orörda	Avverkade
Diameter	Förändringsfaktor	0,011	0,031
Diameter	Dödade granar 2020	0,091	0,052
Inventerade granar 2020	Förändringsfaktor	0,188	0,024
Inventerade granar 2020	Dödade granar 2020	0,543	0,048

Generella kommentarer på varje angreppsområde om var i sökområdet angreppen finns och om skogen utseende är förklarat i bilaga 2. Områdena är här i nummerordning.

4. Diskussion

Svårigheten med denna typ av försök är de stora variationer som finns mellan angreppsområdena, trots avgränsningar som gjorts vid urval. Osäkerheten i hur stor populationen är i närområdet på de olika försöksområdena har sannolikt en stor betydelse i utfall.

4.1 Resultatdiskussion

Av de 20 försöksområden visade 16 av dem angripna träd under 2020. Att det var 8 från avverkade och 8 från orörda visar på att genom åtgärd, alltså avverkning ser man ingen effekt i att helt bli av med angrepp. Med tanke på att de orörda hade områden utan angrepp kan man anta att de snarare har flyttat till ett annat område än att de har bekämpats genom avverkning. Det kan finnas parametrar som gör att angreppet inte fortsätter i direkt närhet. Något som inte har granskats i denna studie. Enligt Kärverno *et al.* (2016) så kan det bero på flera anledningar. Att omkringliggande habitat och omkringliggande skog inte passar granbarkborren, men även populationsstorleken har stor betydelse.

Ser man till resultatet i figur 10 så visar det ett samband för de orörda områdena att ju fler träd som dödade under 2019 ju fler träd dödade 2020. Det som gör det osäkert är att sambandet bygger på en punkt, alltså ett område. Punkt nummer ett som det handlar om hade 71 dödade träd 2019 vilket var det område med flest av alla områden. Här var antalet angripna träd 2020 117. Frågar man det området blir sambandet svagt ($R^2=0,23$).

I tabell 1 har variablerna i försöket sammanställts och räknat fram medelvärde, standardavvikelse och P-värde för de avverkade respektive orörda områdena. Målet vid val av områden som skulle avverkas var som tidigare nämnts att de skulle ha samma variation som de orörda i form av antal dödade träd och trädslagsfördelning. Trädslagsfördelningen är svår att mäta men antalet dödade träd 2019 är likvärdiga. I medelvärde skiljer det ett träd på totalt 30. Standardavvikelsen ligger relativt lika.

På antal dödade träd 2020 skiljer sig de olika områdena åt. Områden som är orörda har ett högre medelvärde än antalet dödade 2019. De avverkade områden har en fjärdedel av antalet dödade 2019. Med ett P-värde på 0,056 når det inte signifikans men visar ändå på att det finns relativt stora skillnader i antalet dödade träd 2020 beroende på om man avverkar eller lämnar det orört. Detta stödjer resonemanget att avverka under vinter/vår ger en positiv bekämpningseffekt.

Förändringsfaktorn eller kvoten mellan dödade träd 2020 och dödade träd 2019 har tagits för varje område separat och ett medelvärde på dem. Detta ger i mitt tycke ett bättre värde än skillnaden i medelvärde mellan antal och åren. Med 75 procent på de orörda jämfört med 30 procent på de avverkade är det en skillnad. Här är spridningen dock stor vilket standardavvikelsen visar på, framförallt på de

orörda områdena. Tre av de orörda områden visar på en förändringsfaktor på över 150 procent jämfört med de avverkade områdena som har ett högsta värde på 100 procent vilket också är det område med minst antal träd (4/4). Med ett P-värde på 0,08 är skillnaden inte signifikant men tyder på ändå på en viss skillnad. Någon liknande studie har inte funnits som styrker detta.

Anledningen till att vid avverkning skulle en kranlängd ut från sista angripna träd tas, var för att säkert få med alla träd med övervintrande granbarkborrar. En effekt av detta är att antalet inventerade granar är högre för avverkade områdena. På de avverkade områden är det i snitt ca 40 träd fler som granskats efter avverkning. Detta på grund av att sökområdet ökar exponentiellt. Trots det är antalet angripna träd färre. Något som också tyder på viss bekämpningseffekt.

Ser man till diametersfördelningen mellan grupperna är det små skillnader med ett medel på runt 29 cm på båda vilket är klart över gränsen (>15cm) för vad som angrips av granbarkborre (Kärvemo *et al.* 2014).

Tittar man på om antalet dödade träd 2019 har någon inverkan på förändringsfaktorn syns inga starka samband vare sig om man avverkar eller lämnar orört. Detta motsätter sig till det sambandet som visas i figur 10. Dock var det sambandet beroende av en specifik punkt. Enligt Schroeder & Lindelöw (2002) finns det ett starkt samband mellan antalet angripna vindfällda granar och antalet dödade stående träd året efter. Troligen är antalet angreppsområden för få i denna studie för att se ett samband men kan också bero på andra variablers inverkan. Dessutom var antalet angripna träd i denna studie i de flesta fall ganska lågt. Som tidigare nämnt är även den lokala populationsstorleken och habitatet starkt bidragande till angreppsutveckling.

Avverkningen skedde vid olika tillfällen. En effekt av coronapandemin med produktionsstopp som resultat. Med tanke på att svärmsdata i figur 3 visat på aktivitet mellan avverkningstillfällena granskades dess värden separat. Det visar på ett starkt samband mellan antalet dödade träd 2019 och antal dödade träd 2020 på de områden som avverkats under vecka 20. Sambandet säger inte mycket då det bara är 5 angreppsområden men kan vara en fingervisning för en större studie om man vill granska skillnader vid olika avverkningstidpunkter. Jämför man medelvärden så har de båda ett medelvärde på 29 respektive 29,8 träd dödade 2019. De som avverkats vecka 11 och 12 har ett medel på 3,8 träd dödade 2020 medan de som avverkats vecka 20 har ett medel på 11 träd. Om det är tillfälligheter eller inte är svårt att säga på ett så litet material.

I bilaga 2 visar de generella kommentarerna ett mönster i var i sökområdet det fanns angrepp. I den nordöstra och östra delen blir flest träd angripna. Detta gäller de mindre angreppen då de stora hade angrepp så gott som runt om hela sökområdet. Tydligast var på de avverkade områdena. Anledningen till detta väderstreck ser jag till två troliga orsaker. Ett är att de träden blir som mest uppvärmda då solen når detta område först framåt klockan 11 och sedan under hela eftermiddagen. Det andra kan ha att göra med vindriktning. Den klart

vanligaste vinden är väst eller sydväst vilket gör att de hamnar i den östra eller nordöstra delen. Har inte hittat studier som stödjer dessa teorier.

4.1.2 Slutsatser

Denna studie visar ingen signifikant skillnad mellan att vinteravverka eller lämna barkborreangripen skog när det gäller angreppsutveckling.

Utifrån denna studie kan angrepp inte bekämpas helt genom avverkning.

Avverkning kan minska angreppsutvecklingen, större studie krävs.

4.2 Metoddiskussion

Hur det här försöket skulle utföras har till största del byggts på egna idéer. För genomförande diskuterades upplägget och de möjligheter som fanns och var rimliga tillsammans med Torbjörn Elofsson, chef på enheten Skog och Mark på Holmens region Syd. Området begränsades av att den största delen av det egna innehavet var planerat för avverkning på de angripna områdena. Området som försöket lades på har en relativt stor andel tall vilket försvårade identifieringen av lämpliga angreppsområden. Parametrar som påverkar är flera och tas upp nedan.

Med tanke på den begränsade tiden fick antalet angreppsområden anpassas. De stora variationer som finns mellan områdena både gällande antalet dödade träd men även alla övriga parametrar så som typ av skog, markfuktighet och lokal population av granbarkborre för att nämna några ger en stor osäkerhet. Om liknande försök ska utföras bör man ha fler angreppsområden för att få ett säkrare resultat. Variationen på angreppsområdenas storlek bör vidhållas då det sannolikt skiljer sig i effekt av avverkning beroende på storlek och lokal population.

För en enklare och säkrare inventering skulle det varit bra om angreppen var identifierade under sensommaren. För att klargöra att samtliga dödade träd utgörs av angrepp från samma år. De barkprover som togs under detta försök tyder på att de flesta träd blev dödade under 2019 men kan inte med säkerhet styrka att det inte finns enstaka träd från 2018. Det ger en osäkerhet i resultatet. Skogsstyrelsens karttjänst för att se om angrepp mellan 2018 och 2019 är synliga har granskats. Av granskningen kan döda träd antas på något av områdena men går inte att nyttja för att räkna antal träd. För att undvika att denna osäkerhet ska uppstått skulle barkprov tagits på samtliga träd som är med i studien.

I området som inventerades är det hög andel tall i skogen. Enligt (Kärvemo *et al.* 2016) har volymen gran i närområden stor inverkan på hur stort nästa angrepp kommer bli. Det tyder på att andelen av annat trädslag än gran har inverkan. Om försöket ska upprepas skulle den variabeln kunna minska påverkan på resultatet genom att i urvalsfasen ha krav på 100 procent gran i angreppets direkta närhet. På det område som inventerades fanns inte nog med sådana områden.

Att avverkning och bortforsling av virke med övervintrande granbarkborre kan påverka kommande angrepp är troligt, men effekten av att skapa en ny lucka med ny solbelyst kant skapar bättre förutsättningar för angrepp. Även här var det svårt

att finna tillräckligt med angreppsområden som inte hade någon del som skiljer sig från urvalskravet likvärdig skog. Vägar sjökanter och kanter mot ungskog är parametrar som finns med i vissa av områdena. Inte alltid i direkt anslutning men i direkt närhet. Det var svårare än beräknat att finna nog många områden som uppfyllde urvalskraven fullt ut. Då har ändå fem områden sorterats bort som ansågs vara för tveksamma att ha med. Förarbete för att göra en liknande studie för att helt komma ifrån detta kräver större sökområde och mer tid att inventera fler troliga angreppsområden.

Antalet träd som avverkas har i denna studie byggts på inräkning av antalet stubbar efter avverkning. Problemet är att mycket ris låg kvar som kan ha täckt ett antal stubbar. Äldre stubbar från gallring kan ha misstagits för nyligen avvercade, särskilt när det kommer till döda träd. För att undvika detta borde man under inventering av antalet dödade träd 2019 samtidigt markerat upp samtliga träd som ska avverkas och dokumenterat antalet. Det skulle ge värden utan frågetecken. Den faktor som skulle kunna bli fel är att maskinföraren avverkar träd som inte är markerat och medräknat.

En parameter som inte var möjlig att påverka i denna studie var avstånd mellan angreppsområden. Sökområdets storlek och antalet funna angreppsområden begränsade möjligheten till detta. För att säkra att inte områdena påverkar varandra krävs ett avstånd på 1300 – 1400 meter (Schroeder & Lindelöw 2002; Schroeder 2010).

4.2.1 Slutsatser

Ett större antal angreppsområden krävs för att få ett tydligare resultat. Det krävs helt nya angreppsområden för att säkerställa antal dödade träd med övervintrande granbarkborre. Sökområdet behöver vara större för att säkerställa att angreppsområdena inte påverkas av varandra.

Referenser

Agestam, E., Bergqvist, J., Johansson, K., Langvall, O., Långström, B. & Petersson, M. (2006). *Stormskadad skog - föryngring, skador och skötsel*. (9). Skogsstyrelsen.

Anderbrant, O. (1989). Reemergence and second brood in the bark beetle *Ips typographus*. *Ecography*, vol. 12 (4), ss. 494–500 John Wiley & Sons, Ltd.

Christiansen, E. & Bakke, A. (1988). The Spruce Bark Beetle of Eurasia. *Dynamics of Forest Insect Populations*, ss. 479–503 Springer, Boston, MA.

Harding, S. & Ravn, H.P. (1985). Seasonal activity of *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae) in Denmark¹. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, vol. 99 (1–5), ss. 123–131

Hedgren, P.O. & Schroeder, M. (2004). Reproductive success of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) and occurrence of associated species: a comparison between standing beetle-killed trees and cut trees. *Forest Ecology and Management*, vol. 203 (1–3), ss. 241–250 Elsevier.

Holmen skog (2020c). Punkt 11–14 + 24,25

Holmen skog (2020d). Punkt 15–23

Holmen skog (2020b). Punkt nr 1–10

Holmen skog (2020a). Sökområde

Jönsson, A.M. & Schroeder, M. (2006). *Granbarkborren - en scenarioanalys för 2006-2009*. (4). Skogsstyrelsen.

Kärvemo, S., Johansson, V., Schroeder, M. & Ranius, T. (2016). Local colonization-extinction dynamics of a tree-killing bark beetle during a large-scale outbreak. *Ecosphere*, vol. 7 (3), s. e01257

Kärvemo, S., Rogell, B. & Schroeder, M. (2014). Dynamics of spruce bark beetle infestation spots: Importance of local population size and landscape characteristics after a storm disturbance. *Forest Ecology and Management*, vol. 334, ss. 232–240

Schlyter, F. & Lundgren, U.P. (1993). *Distribution of a bark beetle and its predator within and outside old growth forest reserves: No increase of hazard near reserves*. Tillgänglig: /paper/Distribution-of-a-bark-beetle-and-its-predator-and-Schlyter-Lundgren/98acb2b9ba5228fc06355d3669b4e3ebad6a9713 [2020-07-11]

Schroeder, L.M. (2010). Colonization of storm gaps by the spruce bark beetle: influence of gap and landscape characteristics. *Agricultural and Forest Entomology*, vol. 12 (1), ss. 29–39 John Wiley & Sons, Ltd.

Schroeder, L.M. & Lindelöw, Å. (2002). Attacks on living spruce trees by the bark beetle *Ips typographus* (Col. Scolytidae) following a storm-felling: a comparison between stands with and without removal of wind-felled trees. *Agricultural and Forest Entomology*, vol. 4 (1), ss. 47–56

Schroeder, M. & Fritscher, D. (2020). *Granbarkborrens angreppstäthet och förökningsframgång i dödade träd under sommaren 2019 i sydöstra Götaland*. SLU. Tillgänglig:
<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/rapporter/granbarkborre2020.pdf>

Sparf, M. (2020). *Granbarkborrens svärminig 2020. Jämförelser mellan fångstresultat och temperatur i tre kontrollfällor utanför Linköping, Östergötland*.

Svensson, L. (2007). *Övervakning av insektsangrepp- Slutrapport från Skogsstyrelsens regeringsuppdrag*. (1). Skogsstyrelsen.

Wermelinger, B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*—a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, vol. 202. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.018>

Witzell, J. (2017a). Skogsskötselserien del 12 - Skador på skog - DEL 1 Skogsskador i skogens olika utvecklingsstadier. Skogsstyrelsen. Tillgänglig:
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skador-pa-skog---del-1---slutversion---8-maj-2017.pdf>

Witzell, J. (2017b). Skogsskötselserien del 12 - Skador på skog - DEL 2 Gamla och nya epidemier och utbrott Intensivare skogsbruk och framtidens tekniker Klimat och skogsskador. Skogsstyrelsen. Tillgänglig:
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotselserien-12-skador-pa-skog-del-2.pdf>

Bilagor

Bilaga 1

Tabell 3. Samtliga områden som ingick i försöket i nummerordning. Årtalen visar på antalet dödade granar för respektive år. TGL står för andel tall, gran respektive löv. Dgv är grundytavägd medeldiameter framtagen genom klavning av medhärskande träd samt uppgifter från beståndsdata. Beståndsålder tagen från beståndsregister och redovisas i år.

Nr	2019	2020	Avverkade vecka	Inventerade granar	Avverkade stammar	T	G	L	Dgv	Beståndsålder
1	71	117		179		10	90		26	60
2	12	7		73		40	60		23	42
4	26	0		73		50	50		29	42
5	59	7	20	73	74	50	50		30	55
6	38	58		101		30	70		32	148
7	29	0	20	175	36	5	95		31	53
9	4	4	20	55	45	50	50		32	66
10	18	2	20	76	28		95	5	31	63
13	20	35		38		50	50		29	72
14	12	6		40		20	50	30	26	54
15	18	1	11 12	176	69	15	80	5	30	54
16	27	12	11 12	167	41	5	95		25	43
17	40	29	11 12	142	50		100		29	52
18	38	13	11 12	116	54	10	90		29	59
19	22	0	11 12	63	36	45	50	5	27	48
20	41	21		111		5	95		34	62
22	32	4		58			60	40	31	55
23	21	0		46			90	10	31	55
24	31	27		115		30	70		32	61
25	39	6	20	165	49	20	80		26	63

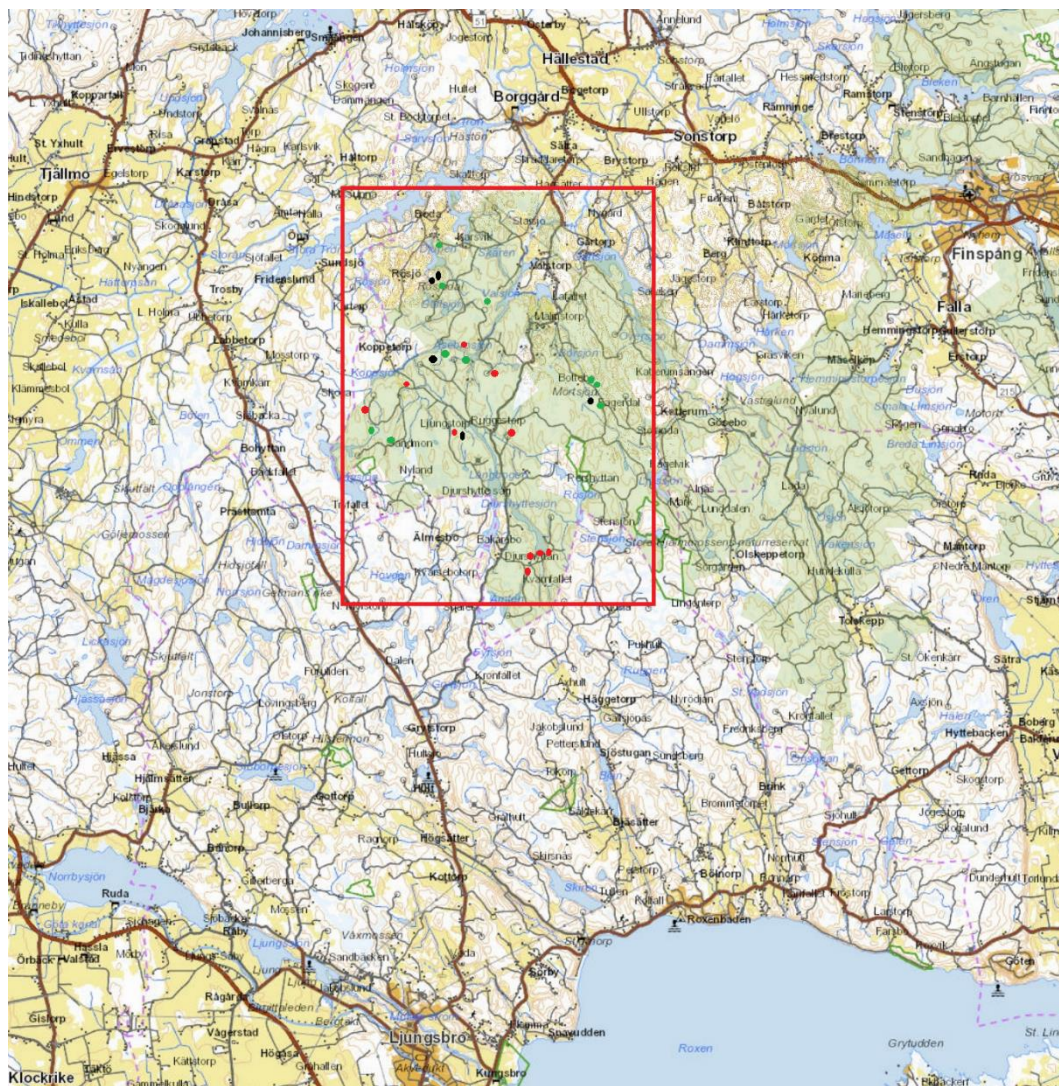
Bilaga 2

Generella kommentarer för varje angreppsområde

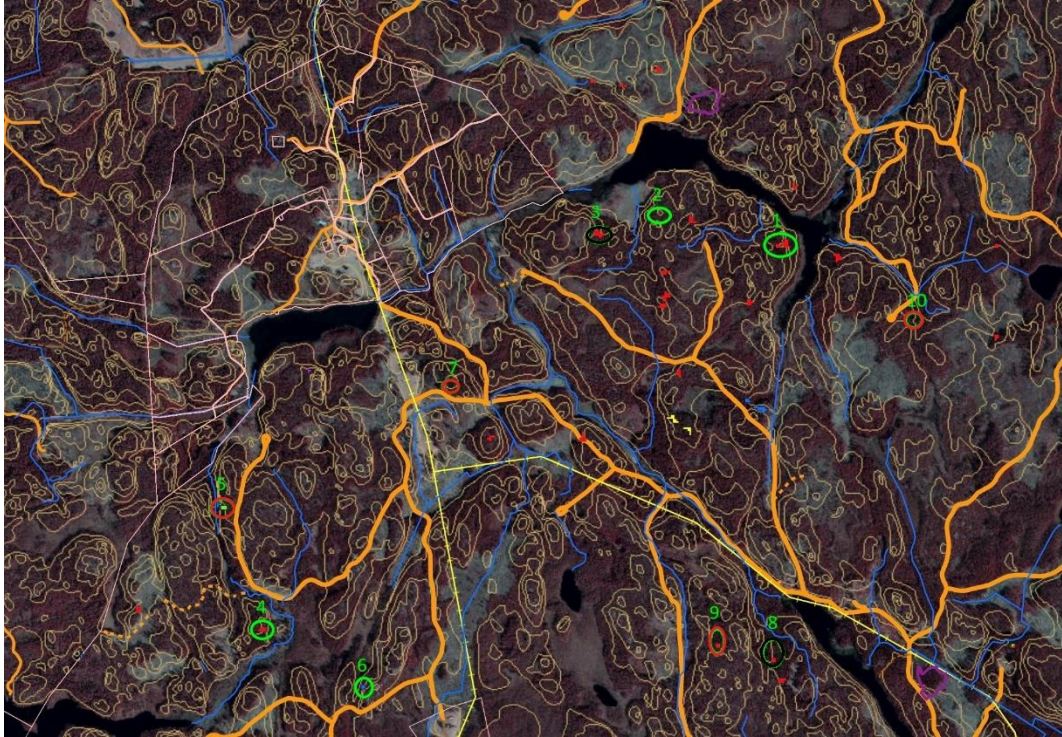
1. Fåtal träd avverkade under 2018. Spridning åt nästan samtliga riktningar.
2. Varierande diameter. Sluttning från berg. Angrepp i västra delen. Tall i nordöst.
4. Varierad terräng. Tidigare angrepp på höjd. Bitvis glest med luckor.
5. Tallar kvar som fröträd på ytan. Angrepp på norra sidan. Angrepp på klena träd.
6. Avsatt område med grov gran. Angreppet runt nästan hela ytan. Gamla angripna träd har färskt bormjöl runt stammarna.
7. Sidan mot norr är klenare skog.
9. Angrepp innanför en ridå från hygget i norr, dock fanns det spår efter fåtal angreppsförsök på de granarna i ridån. Grova träd mot norr. Angreppet fortsatte utanför inventeringsytan.
10. Angreppet på östra sidan.
13. Relativt grov skog. Så gott som alla granar inom området var angripna.
14. Gles blandskog. Angrepp i östra kanten.
15. Angripen gran vid vindfällad gran.
16. Angrepp i sydöstra delen.
17. Angrepp i nordöstra delen. Väg söder om.
18. Angrepp i östra delen. Väg väster om.
19. Gran i södra delen och tall, björk i norra. Västra sidan utgör en ridå med grövre gran och tall mot ungskog.
20. Relativt stor lucka sedan tidigare angrepp mot nyangripen kant. Relativt grov skog.
22. Lövridå åt östra sidan och väg åt västra sidan. Angreppet fortsatte utanför sökområdet. Vindfällan i sökområdet. Relativt gles skog.
23. Lövinblandat i östra sidan och väg åt väster. Gles skog.
24. Angrepp i nordöstra delen. Södra delen är talldominerad.
25. Angrepp i östra delen. Tall i norra delen upp mot berg, sjö söder om angrepp.

Bilaga 3

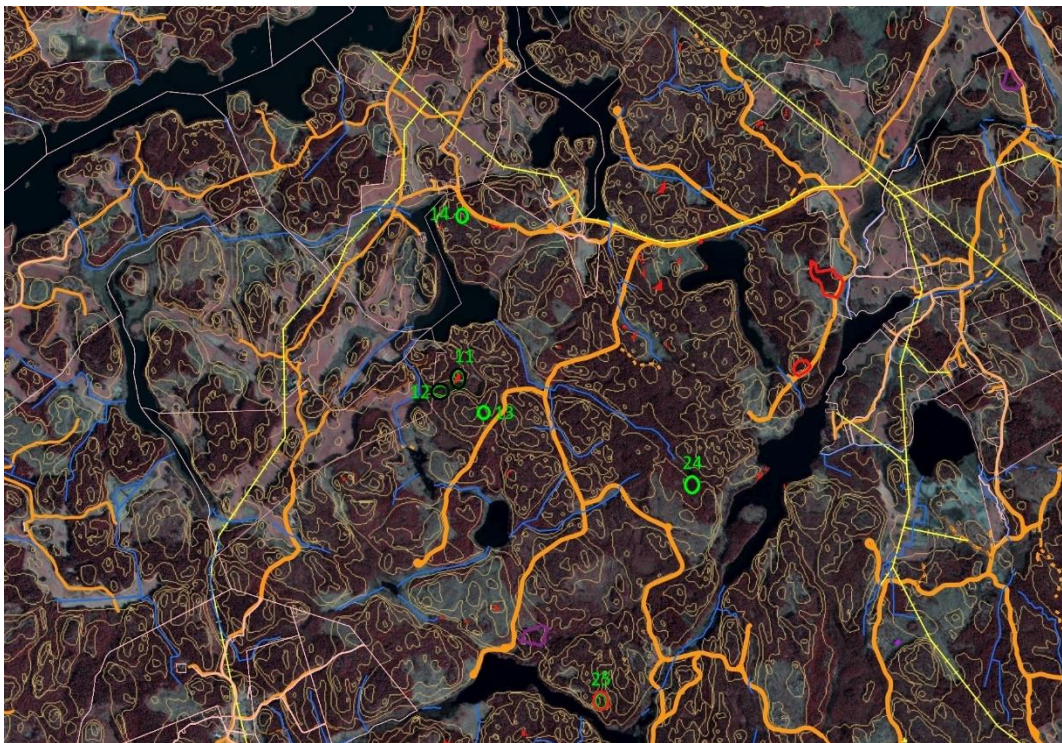
Angreppsområdena ses i figur 17, 18 och 19. De avverkade områdena är markerade med röd ring, de orörda områdena har grön ring och de områden som ej är med i undersökningen har en svart ring. I figur 16 syns söksområdet med angreppsområdena markerade för en översikt.



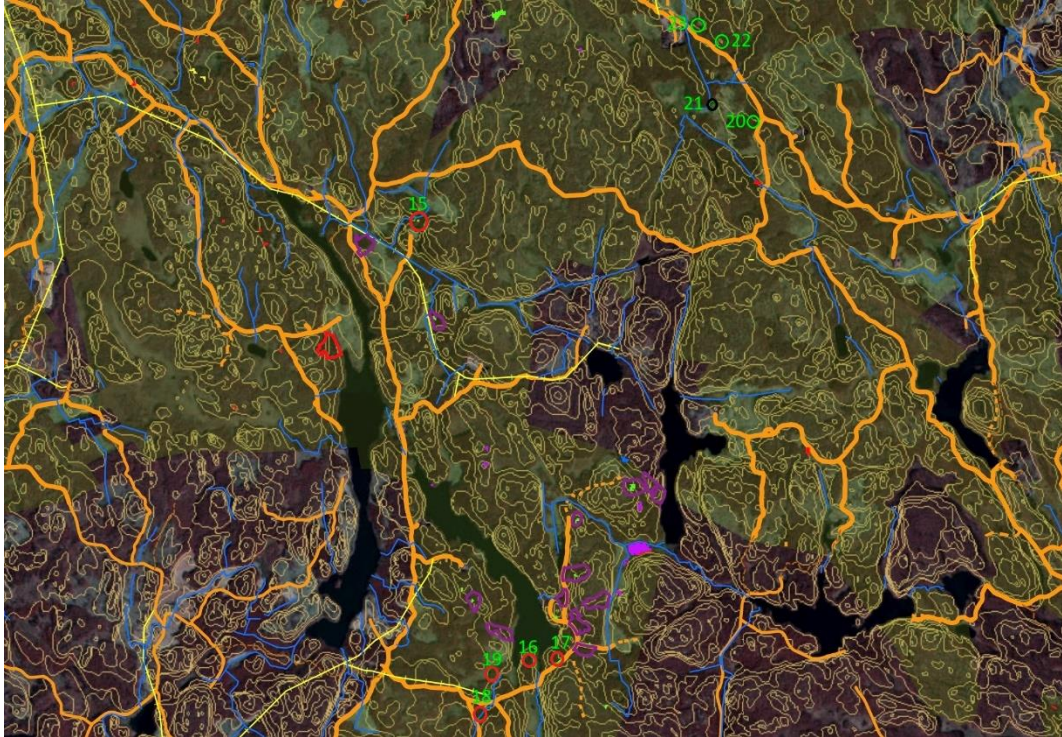
Figur 16. (Holmen skog 2020a) Söksområde för identifiering av angreppsområden är inom den röda rutan i bilden.



Figur 17. (Holmen skog 2020b) Angreppsområde 1 - 10.



Figur 18. (Holmen skog 2020c) Angreppsområde 11 – 14, 24 och 25.



Figur 19. (Holmen skog 2020d) Angreppsområde 15 – 23.